

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-107272

(43)Date of publication of application : 09.04.2003

(51)Int.CI.

G02B 6/255

(21)Application number : 2001-298673

(71)Applicant : KYOCERA CORP

(22)Date of filing : 27.09.2001

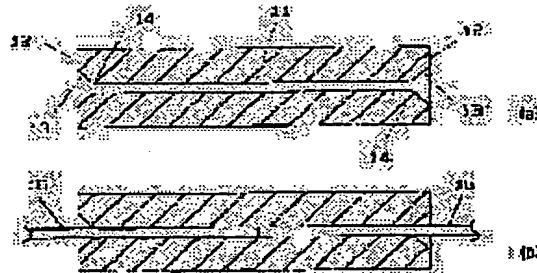
(72)Inventor : UJIIE KAZUO

## (54) OPTICAL FIBER SPLICING MEMBER AND ITS MACHINING METHOD

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain an optical fiber splicing member which has a through hole 11 for storing optical fibers in the axial direction and has conical optical fiber insertion parts 13 formed in both end parts of the through hole 11 and has boundary parts 14 between the optical fiber insertion parts 13 and the through hole 11 formed into curved surfaces, wherein the optical fiber insertion parts 13 and the boundary parts 14 have respective surfaces fused by heat.

**SOLUTION:** With respect to the optical fiber splicing member, the optical fiber insertion parts 13 and the boundary parts 14 are formed by laser machining.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-107272

(P2003-107272A)

(43)公開日 平成15年4月9日 (2003.4.9)

(51)Int.Cl.'

G 02 B 6/255

識別記号

F I

G 02 B 6/24

テマコード(参考)

3 0 1 2 H 0 3 6

審査請求 未請求 請求項の数 5 O.L (全 6 頁)

(21)出願番号

特願2001-298673(P2001-298673)

(22)出願日

平成13年9月27日 (2001.9.27)

(71)出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田島羽殿町6番地

(72)発明者 氏家 一男

北海道北見市豊地30番地 京セラ株式会社

北海道北見工場内

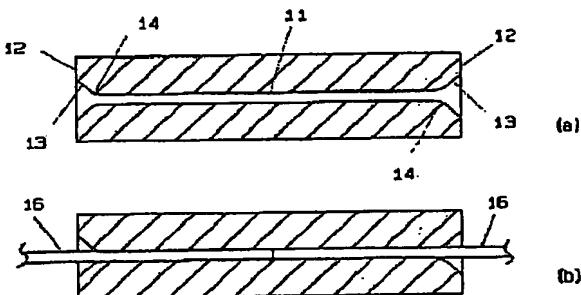
Fターム(参考) 2H036 MA06 MA07 QA16 QA20

(54)【発明の名称】 光ファイバ接続部材およびその加工方法

(57)【要約】

【課題】軸方向に光ファイバを収納するための貫通孔11を有し、該貫通孔11の両端部に形成した円錐形状の光ファイバ挿入部13を有し、かつ該光ファイバ挿入部と貫通孔11との境界部14を曲面形状としてなる光ファイバ接続部材において、上記光ファイバ挿入部13および境界部14が熱によって溶融した表面からなる光ファイバ接続部材を得る。

【解決手段】光ファイバ接続部材において、光ファイバ挿入部13および境界部14をレーザ加工により形成する。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】軸方向に光ファイバを収納するための貫通孔を有し、該貫通孔の両端部に円錐形状の光ファイバ挿入部を有し、かつ該光ファイバ挿入部と貫通孔との境界部を曲面形状としてなるセラミック製の光ファイバ接続部材において、上記両端部の境界部および貫通孔が熱によって溶融した表面からなることを特徴とする光ファイバ接続部材。

【請求項2】軸方向に光ファイバを収納するための貫通孔を有し、該貫通孔の両端部に円錐形状の光ファイバ挿入部を有し、かつ該光ファイバ挿入部と貫通孔との境界部を曲面形状としてなるセラミック製の光ファイバ接続部材において、上記両端部の境界部および貫通孔の平均結晶粒径がそれ以外の部分の平均結晶粒径に比べて大きいことを特徴とする光ファイバ接続部材。

【請求項3】ジルコニアセラミックからなり、前記両端部の境界部及び貫通孔の平均結晶粒径が0.5μm以上であることを特徴とする請求項2記載の光ファイバ接続部材。

【請求項4】軸方向に光ファイバを収納するための貫通孔を有し、該貫通孔の両端部に円錐形状の光ファイバ挿入部を有し、かつ該光ファイバ挿入部と貫通孔との境界部を曲面形状としてなるセラミック製の光ファイバ接続部材において、レーザ加工により光両端の境界部および貫通孔を形成することを特徴とする光ファイバ接続部材の加工方法。

【請求項5】レーザ加工後、前記両端の境界部および貫通孔をエッチング処理することを特徴とする請求項4記載の光ファイバ接続部材の加工方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、光通信等に使用される、光ファイバを接続固定するための光ファイバ接続部材およびその加工方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、光ファイバを貫通孔に挿入し、光ファイバの先端同士を屈折率接合剤で接合するメカニカルスプライス接合、もしくはファイバ自身の弾性復元力によってPC接続を行うFPC接続が行われている。

【0003】光ファイバ接続部材は図1(a)に示す様に、軸方向に光ファイバを収納するための貫通孔11を有し、かつ該貫通孔11の両端部12に形成した円錐形状の光ファイバ挿入部13を有し、かつ該円錐孔13と貫通孔11との境界部14は曲面形状をなしている。

【0004】図1(b)は光ファイバ接続部材と光ファイバ15を接合した状態を示した図である。貫通孔11の両端から光ファイバ15は、貫通孔11の中央部で接合されている。

【0005】従来の光ファイバ挿入部13は、素材を射

10

出成形やプレス成形等で成形した場合、成形時に使用する金型形状を転写した状態のままで円錐形状を形成できるので後加工が不要となり、その為焼成面となっていた(特開平7-253521号公報参照)。

【0006】又、素材を押出成形で成形した場合は、成形時に光ファイバ挿入部13を形成出来ないので、焼成後に研削、切削もしくは研磨等で円錐形状を形成しなければならなかつた(実開平3-45504号公報参照)。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところが、従来の射出成形もしくはプレス成形等で成形した光ファイバ接続部材では、貫通孔11の内径寸法精度を高めるために研磨加工した際に、貫通孔11と光ファイバ挿入部13との境界部14にエッジが生じるため、貫通孔11の研磨加工のあとに境界部14の曲面形成加工を行わなければならなかつた。そのため成形時に曲面形状としていたにも関わらず、再加工しなければならず、低価格を要求される市場状況にあってコストを低減できない大きな要因となっていた。

【0008】又、押出成形で成形した従来の光ファイバ接続部材では、研削、切削もしくは研磨等で円錐形状の光ファイバ挿入部13を形成した後に、境界部14を滑らかな曲面で貫通孔11につなげて加工する必要がある。

【0009】材料がセラミックスの場合に、加工はダイヤモンド砥石もしくはダイヤモンド砥粒を用いて加工しなければならず、砥石もしくは加工ツール形状が複雑になるばかりでなく、加工装置の剛性を高めしかも構造を複雑にしなければならず、低価格が要求される市場状況にあってコストを低減できない大きな要因となっていた。

【0010】更に、上記従来のいずれの例においても光ファイバ挿入部13および境界部14は焼成面もしくは、研削、研磨等の加工面となっており、光ファイバ挿入部13と境界部14と貫通孔11が滑らかな曲面形状をなしていなかつた。

【0011】そのために、光ファイバ挿入時に光ファイバ外周に傷を付け、光コネクタを組み上げた後の、熱衝撃試験等の信頼性試験において、光ファイバがマイクロクラックの為に断線するという問題があつた。

## 【0012】

【課題を解決するための手段】上記に鑑みて本発明は、軸方向に光ファイバを収納するための貫通孔を有し、該貫通孔の両端部に円錐形状の光ファイバ挿入部を有し、かつ該光ファイバ挿入部と貫通孔との境界部を曲面形状としてなるセラミック製の光ファイバ接続部材において、上記両端部の境界部および貫通孔が熱によって溶融した表面からなることを特徴とする。

50 【0013】又、軸方向に光ファイバを収納するための

貫通孔を有し、該貫通孔の両端部に円錐形状の光ファイバ挿入部を有し、かつ該光ファイバ挿入部と貫通孔との境界部を曲面形状としてなるセラミック製の光ファイバ接続部材において、上記両端部の境界部および貫通孔の平均結晶粒径がそれ以外の部分の平均結晶粒径に比べて大きいことを特徴とする。

【0014】更に、上記光ファイバ接続部材がジルコニアセラミックからなり、前記両端部の境界部及び貫通孔の平均結晶粒径が0.5μm以上であることを特徴とする。

【0015】しかも、軸方向に光ファイバを収納するための貫通孔を有し、該貫通孔の両端部に円錐形状の光ファイバ挿入部を有し、かつ該光ファイバ挿入部と貫通孔との境界部を曲面形状としてなるセラミック製の光ファイバ接続部材において、レーザ加工により両端部の境界部および貫通孔を形成することを特徴とする。

【0016】そして、レーザ加工後、前記両端の境界部および貫通孔をエッティング処理することを特徴とする。

【0017】即ち本発明によれば、境界部と貫通孔を境界部側からレーザ光を照射することにより、内壁が溶融した表面である貫通孔が形成されると同時に、境界部に極めて滑らかな曲面が形成することが出来、光ファイバ挿入時に光ファイバ外周に傷を付けることがなくなり、長期信頼性に優れた光ファイバ接続部材を得ることが出来る。

【0018】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施形態を図によつて説明する。

【0019】図1は本発明の実施形態を示す光ファイバ接続部材の断面図で、軸方向に光ファイバを収納するための貫通孔11を有し、かつ該貫通孔11の両端部12に形成した円錐形状の光ファイバ挿入部13を有し、かつ該光ファイバ挿入部13と貫通孔11との境界部14は曲面形状をなしている。

【0020】本発明の境界部14および貫通孔11の加工方法は、詳細については後述するがレーザ加工することを特徴とする。

【0021】本発明の光ファイバ接続部材を形成する材料は、ジルコニアセラミックスの他、アルミナ、窒化珪素、炭化珪素、窒化アルミニウム、コーチュライト、ムライト等を主成分とする結晶粒子を有するセラミックス、あるいは結晶化ガラスなどであればどれでも用いることが出来る。なお、セラミックスは焼成が必要であるが、レーザ加工は焼成後に行うことが望ましい。

【0022】また、レーザ加工にて形成された境界部14および貫通孔11の表面は、レーザ光の熱による滑らかな溶融した表面から形成され光ファイバを挿入しやすくするための滑らかな内壁表面を得ることが出来る。更に、境界部14、貫通孔11をより滑らかにする目的で、ウェットエッティングなどの処理を仕上げ加工として

行うことが望ましい。レーザ加工部は、加工条件と材料の組み合わせにより、粒が成長しすぎて、巨大粒子が形成されることがあり、光ファイバの挿入時もしくはその後の処理により脱粒が発生する可能性があり、例えばフッ酸を含有したエッティング液を用いてエッティング処理することにより、巨大粒子を除去することが望ましい。

【0023】この様にして境界部14および貫通孔11の表面粗さはRa0.2μm以下とすることが望ましい。

10 【0024】上記境界部14および貫通孔11はレーザ加工の熱により粒子が成長し、他の部分に比べて平均粒径が大きくなることで、レーザ加工面であることを判別することができる。

【0025】又、光ファイバ接続部材がジルコニアセラミックスからなる場合には、境界部14および貫通孔11の平均結晶粒径が0.5μm以上であることが好ましい。また他の部分の平均結晶粒径は強度、熱劣化、ボイド等の観点から0.3μm～0.4μmに設定することが特に望ましい。

20 【0026】ここで、境界部14および貫通孔11の平均結晶粒径を0.5μm以上としているのは、レーザの熱によりジルコニアセラミックスの一部が溶融除去され、その結果として境界部14および貫通孔11の表面が溶融面となり、しかも滑らかな曲面形状をなすためには、その溶融時の熱によりジルコニアセラミックスの結晶が粒成長して0.5μm以上の平均結晶粒径となることが好ましいからである。

【0027】なね、境界部14および貫通孔11の平均結晶粒径とは、それぞれの表面から50μm以内の領域における平均結晶粒径のことをいう。

30 【0028】本発明の光ファイバ接続部材はシングルモード、マルチモード共に適用できる。

【0029】なお図2に示す様に、本発明の光ファイバ挿入部13は貫通孔11に対しテーパ角度を有した形状に限ることなく、貫通孔11に対して直角であっても、境界部14が貫通孔11に対して滑らかな曲面形状を有していれば同等の効果を得ることが出来る。

【0030】次に、図3に本発明の第2の実施形態を示す軸方向に貫通孔11を3ヶ有し、かつ該貫通孔11の両端部12に形成した光ファイバ挿入部13を有し、かつ該光ファイバ挿入部13と貫通孔11との境界部14は曲面形状をなしている。即ち貫通孔11を3ヶに限ることなく複数個有していても本発明と同様の効果を奏ずる事ができる。

【0031】次に、境界部14および貫通孔11の加工方法を図4を用いて説明する。

【0032】上述したように、光ファイバ接続部材は様々なセラミックスを用いることが出来るが、一例として、最も一般的に使用されているジルコニアセラミックスを用いて詳細に説明する。

【0033】まず、予め射出成形、プレス成形、押出成形等で貫通孔11の形成されていない形状に成形しておき、これを焼成後、円柱又は角柱部材を得る。射出成形、プレス成形の場合はあらかじめ両端に光ファイバ挿入部13を有する形状に成形し、押し出し成形の場合は研削加工などにより両端に光ファイバ挿入部13を形成する。このとき、外周又は外形を最終形状に近くしておくことが望ましい。

【0034】次に光ファイバ挿入部13側からレーザ光を照射して加工を行うレーザ加工は、円柱又は角柱部材を保持治具21に固定し、レーザ22の照射軸が円柱又は角柱部材の中心軸と合致するよう位置合わせをおこなう。この時、円柱又は角柱部材の寸法のバラツキにより数μm程度は機械的に位置ズレを生じる可能性があるために、マイクロメータ制御機構等を用いて円柱又は角柱部材の保持治具21の位置を調整し、精密な位置合わせを行う。

【0035】図4(a)に示すように一方側の光ファイバ挿入部13側からレーザ光を照射し加工する際は内径を予め小さめに加工し、図4(b)に示すように円柱又は角柱部材の方向を変えて保持治具21に固定した後、他方側の光ファイバ挿入部13側からレーザ光を照射し加工する際はレーザ22のスポット径は貫通孔11の最終仕上げ寸法になるように調整する。レーザ22のスポット径は予め真円にしておく必要があり、保持治具21は固定させている。

【0036】また、レーザ22の照射軸を円柱又は角柱部材の中心からいくらかずらしておき、保持治具21は回転させながらレーザ加工を行う方法でも同様の効果を奏することが出来る。

【0037】加工はレーザ22を光ファイバ挿入部13側から照射することにより、貫通孔11を形成することが出来、それと同時にレーザ22の加工時に生じる被加工物の入射側ダレを利用し境界部14に極めて滑らかな曲面形状を形成することが出来る。

【0038】このとき、レーザ22の熱によりジルコニアセラミックスの一部が溶融除去され、その結果として境界部14および貫通孔11の表面が溶融面となり、しかも滑らかな曲面形状をなし、その溶融時の熱によりジルコニアセラミックスの結晶が粒成長し0.5μm以上平均結晶粒径となる。

【0039】加工に用いるレーザの種類としては、特に限定するものではなく、CO<sub>2</sub>レーザ、YAGレーザ、ガラスレーザ、エキシマレーザ等の公知のレーザを用い\*

\* ことができ、使用する材料によって適宜レーザの種類を選定することが出来る。例えばジルコニアセラミックスの場合、加工パワーの大きさ、設備価格、扱いやすさの点からYAGレーザを用いることが望ましい。

【0040】又、レーザ加工の条件は光ファイバ接続部材をなす円柱又は角柱部材の材質によって異なり、例えば、ジルコニア等のセラミックスやガラス等の無機物は、大出力のレーザ光を直接照射するとヒートショックによりクラックが発生する可能性があるため、レーザは間欠的に照射して円筒物本体が急激に温度上昇することを防いだり、レーザ照射前もしくは照射後、更には前後に出力を弱めたり、照射スポットを広げたりして出力を弱めたレーザを照射して予め円柱又は角柱部材を加熱し、又ヒートショックを和らげるためヒータ等の加熱手段により予め円柱又は角柱部材を加熱した状態でレーザ照射を行っても良い。

【0041】以上、円柱又は角柱部材の成形方法として3つの方法をあげて説明してきたが、本発明の加工方法によれば、予め円錐孔を得るのであれば射出成形又はプレス成形が望ましい。予め円錐孔を得ないのであれば、押し出し成形が望ましい。

【0042】又、円柱又は角柱部材は予め貫通孔11があいていないことで説明してきたが、あらかじめ成形にて下穴をあけておいて、本発明の加工方法にて境界部14および貫通孔11を仕上げる方法でもかまわない。

#### 【0043】

##### 【実施例】実施例1

ここで、以下に示す方法で実験を行った。

【0044】図1に示すジルコニアセラミックス製の光ファイバ接続部材を外径D=φ2.5mm、長さL=10.5mm、貫通孔d=φ0.126mmで、光ファイバ挿入部開口径f=1.0mm、光ファイバ挿入部角度θ=45°とし、本発明のレーザ加工したサンプルを20個作成した。

【0045】次に光ファイバ接続部材を長手方向に中心部で切断し、1000倍の走査型電子顕微鏡を用いた微構造写真から光ファイバ挿入部13および境界部14の表面から50μm以内の領域とそれ以外の部分とをインターセプト法にて各40点測定し平均結晶粒径の平均値を算出した。

【0046】その結果を表1に示す。

##### 【0047】

##### 【表1】

|             | 貫通孔<br>および境界部 | それ以外の部分 |
|-------------|---------------|---------|
| 平均結晶粒径 (μm) | 0.83          | 0.96    |

【0048】この結果より、それ以外の部分の平均結晶粒径は0.36μmであるのに対し、貫通孔11および

境界部14の表面から50μm以内の領域の平均結晶粒径は0.83μmと粒成長しており、明らかに違いを判別することが出来る。

### 実施例2

次に、図1に示すシリコニアセラミックス製の光ファイバ接続部材を外径D=φ2.5mm、長さL=10.5mm、貫通孔d=φ0.126mmで、光ファイバ挿入部開口径f=1.0mmとし、本発明の方法により射出成形で円柱部材を得てから、研削加工にて片端に円錐孔を加工した後、レーザ加工により両端の境界部14および貫通孔11を加工した。一方、比較例として従来の射出成形で円柱部材を得てから、研削加工にて片端に円錐孔を加工した後、レーザ加工により両端の境界部14および貫通孔11を加工した。

一方、比較例として従来の射出成形で円柱部材を得てから、研削加工にて片端に円錐孔を加工した後、レーザ加工により両端の境界部14および貫通孔11を加工した。

\* 出成形成形により円柱部材を得てから、研削加工にて片端に円錐孔を加工した後、研磨加工により境界部14および貫通孔11を加工したサンプルを100個作製した。それぞれ両端から先端をスライス加工した光ファイバを挿通、屈折率接合剤で固定した後、-40°C~+85°C、1サイクル70分の条件にて熱衝撃試験器に500サイクル投入し、試験前後の挿入損失を測定した。【0049】その結果を表2に示す。

【0050】

【表2】

|     | 挿入損失の平均値 |      |      | 単位: dB          |
|-----|----------|------|------|-----------------|
|     | 試験前      | 試験後  | 変動値  |                 |
| 本発明 | 0.13     | 0.15 | 0.02 | 1dB以上の変動なし      |
| 従来例 | 0.14     | 0.45 | 0.31 | 100本中5本が1dB以上増加 |

【0051】この結果より、従来の研磨加工サンプルは試験後の挿入損失平均変動値が+0.32dBあり、100本中5本が1dB以上の変動値となっていた。そこでこの5本のサンプルを解体し内部を確認したところ境界部14にて光りファイバ破断していることが確認できた。これに対し、本発明のレーザ加工サンプルの試験後の挿入損失の変動値は測定誤差範囲内の+0.02dBであった。

【0052】以上より、レーザ加工により境界部および貫通孔を加工することにより、境界部にエッジの生じない良好なフェルールを得ることができることから、光ファイバに傷をつけず信頼性の高い光ファイバ接続部材を得ることができた。

### 【0053】

【発明の効果】このように、本発明によれば、軸方向に光ファイバを収納するための貫通孔を有し、該貫通孔の両端部につながる円錐孔を有し、かつ該円錐孔と貫通孔との境界部を曲面形状としてなる光ファイバ接続部材において、上記境界部および貫通孔を熱によって溶融した表面とすることにより、加工時間が短くしかも、境界部にエッジの生じない良好な光ファイバ接続部材を得ることができることから、光ファイバに傷をつけず信頼性の※

※高い光コネクタが得られる。

【図面の簡単な説明】

20 【図1】(a)は本発明の光ファイバ接続部材を示す断面図、(b)は本発明の光ファイバ接続部材と光ファイバの接合を示す断面図である。

【図2】本発明の光ファイバ接続部材を示す断面図である。

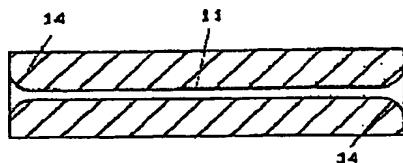
【図3】本発明の光ファイバ接続部材を示す断面図である。

【図4】(a)は本発明の光ファイバ接続部材の一方側からの加工方法を示す断面図、(b)は本発明の光ファイバ接続部材の他方向側からの加工方法を示す断面図である。

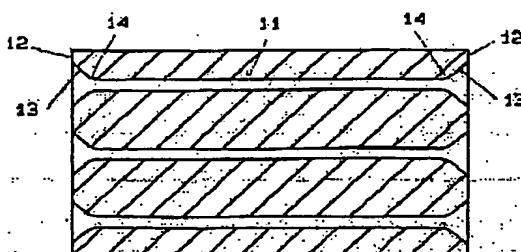
30 【符号の説明】

- 11 貫通孔
- 12 両端部
- 13 光ファイバ挿入部
- 14 境界部
- 15 光ファイバ
- 21 保持治具
- 22 レーザ

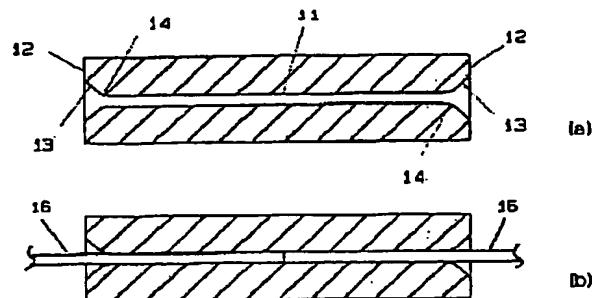
【図2】



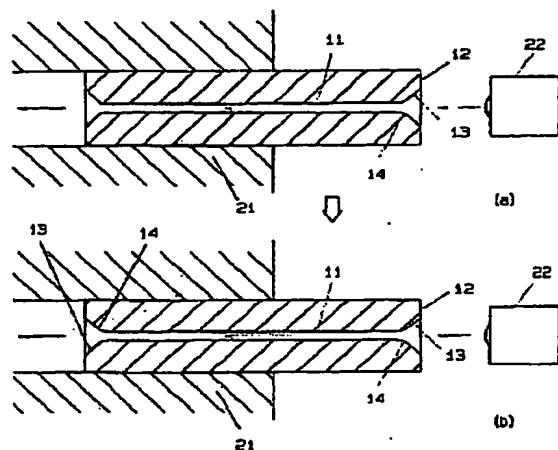
【図3】



【図1】



【図4】



BEST AVAILABLE COPY